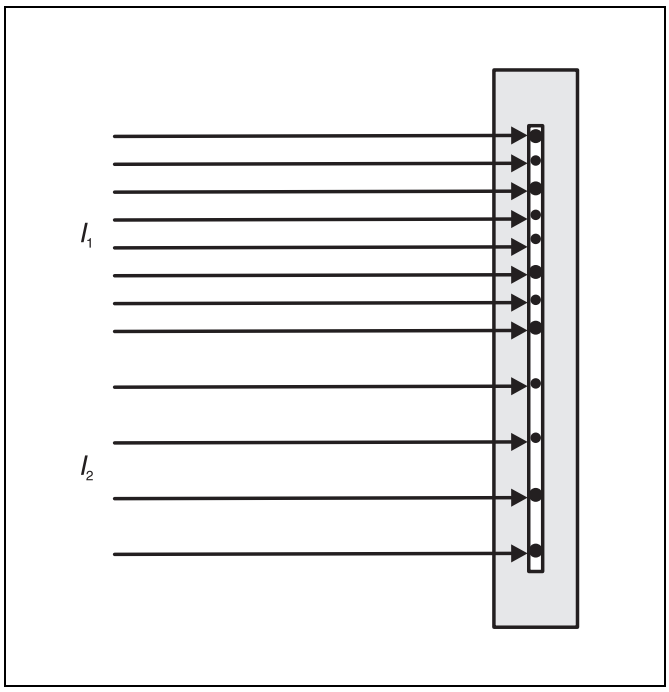
Radiographie: noircissement par rayons X de films radiographiques

Objectifs expérimentaux

- Mise en évidence du rayonnement X par noircissement de films radiographiques dans un emballage opaque.
- Etude du rapport entre la dose ionique et le degré de noircissement du film.



Noircissement par rayons X de films radiographiques

Notions de base

Si des rayons X incident sur une couche photosensible, son halogénure d'argent se décompose en traces, en atomes d'argent et en atomes d'halogène, tout comme en cas d'irradiation avec de la lumière visible. Le nombre des germes (atomes d'argent) ainsi résultants pour une intensité faible ou moyenne du rayonnement X est proportionnel au nombre des quanta de rayonnements X incidents. Lors du processus de développement, le film est noirci à partir des germes d'argent. Le degré de noircissement caractérise l'intensité du rayonnement X et le temps de pose, donc le temps pendant lequel le rayonnement pouvait agir sur le film.

Les films radiographiques utilisés peuvent être des films pour un développement immédiat à la lumière du jour ou bien pour un développement dans une chambre noire. Ils sont exposés aux rayons X dans leur emballage opaque pour ensuite être développés. Une variante consiste à utiliser du papier photographique vendu dans le commerce. Comme pour le film pour rayons X, on obtient ici aussi des négatifs, c.-à-d. plus le rayonnement est intensif et donc plus le temps de pose est long, plus l'image est sombre.

Matériel

1 appareil à rayons X	554 811
ou	
1 appareil à rayons X	554 812
1 porte-films X-ray	554 838
1 filmpack 2 (film pour rayons X)	554 892

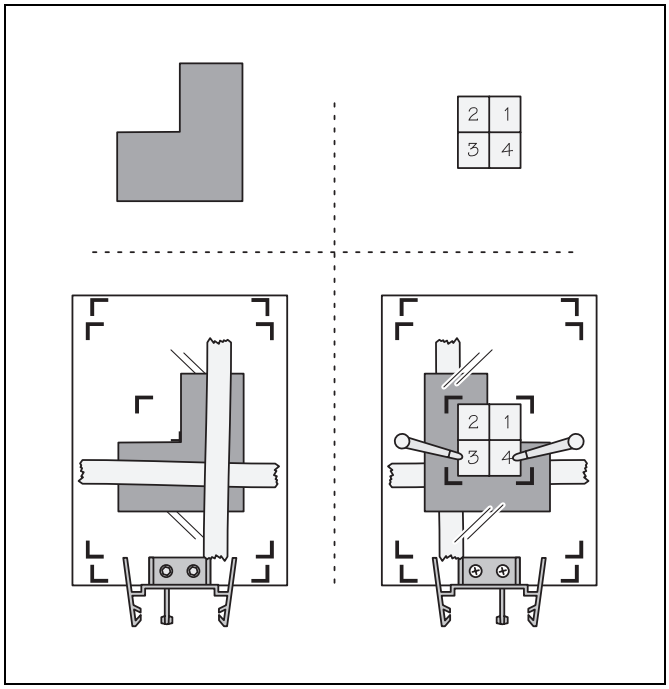


Fig. 1 Réalisation d'un cache pour film et préparation du film pour rayons X

Conseils de sécurité

L'appareil à rayons X respecte les consignes relatives à la construction d'un appareillage à rayons X pour l'enseignement et d'un appareil à protection totale et est homologué en tant que tel (d'après le règlement allemand sur les rayonnements X).

Grâce aux mesures de protection et de blindage incorporées par le constructeur, le taux de dose hors de l'appareil est réduit à moins de 1 μSv/h, une valeur d'un ordre de grandeur correspondant à la dose d'irradiation naturelle.

- Avant la mise en service, s'assurer du bon état de l'appareil à rayons X et vérifier que la haute tension est bien coupée à l'ouverture des portes coulissantes (voir mode d'emploi de l'appareil à rayons X).
- Tenir l'appareil à rayons X à l'abri des personnes non autorisées.

Eviter une surchauffe de l'anode dans le tube à rayons X Mo.

- A la mise en marche de l'appareil à rayons X, vérifier si le ventilateur dans la partie tube fonctionne.

Montage

Préparatifs:

– Réaliser un cache pour film ainsi que représenté à la fig. 1, en haut à gauche, à partir d'une tôle en plomb d'au moins 2 mm d'épaisseur.
– Utiliser un crayon de papier souple pour diviser le film radiographique emballé en quatre zones égales, des deux côtés de l'emballage et numéroter ces zones de 1 à 4 (voir fig. 1, en haut à droite).

N.B.:

Pour numéroter les zones, ne pas utiliser de stylos feutres car le liquide qu'ils contiennent risquerait de pénétrer dans l'emballage et d'abîmer le film.

Pour le noircissement du film, le rayonnement X peut provenir de n'importe quelle direction pour incider sur le film. Cela est sans importance.

– Fixer le cache pour film avec du ruban adhésif transparent sur le côté libre du porte-films X-ray et coincer le film radiographique emballé de manière à ce que la zone 1 soit d'abord visible (voir fig. 1, en bas).

Mise en place dans l'appareil à rayons X:

– Démonter le collimateur et éventuellement le goniomètre ou le condensateur à plaques X-ray.
– Monter le rail d'expérimentation avec porte-films dans la partie expérimentation de l'appareil à rayons X.
– Fixer le porte-films X-ray sur le rail d'expérimentation de manière à ce que la plaque en plexiglas soit tournée vers le zéro de l'échelle et que le butée repère **(a)** du cavalier soit sur la graduation 180 mm.

  La distance *d* entre le plan du film et le foyer du tube à rayons X est dans ce cas d'env. 290 mm.

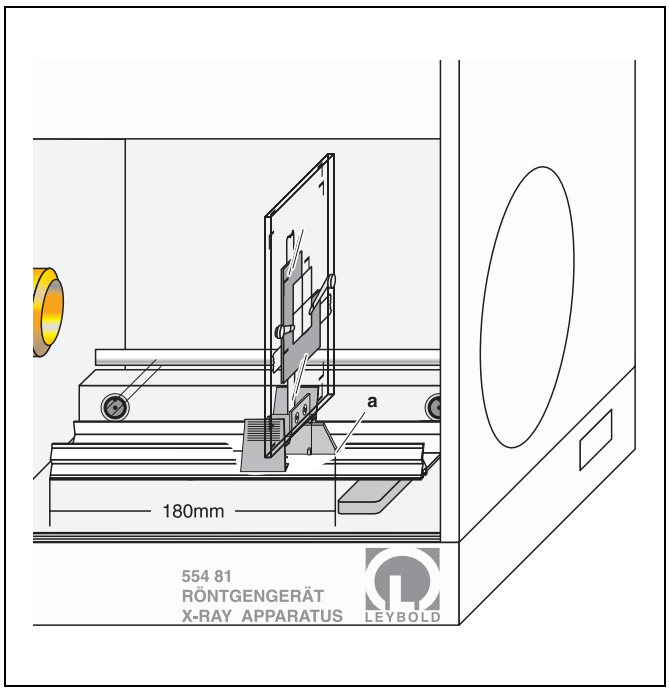


Fig. 2 Montage pour l'étude du noircissement de films sous l'action des rayons X

Réalisation

a) Noircissement en fonction du courant d'émission *I* :

- Régler une haute-tension du tube U = 20 kV, un temps de mesure Δt = 20 s et $\Delta\beta$ = 0,0°.
- Sélectionner un courant d'émission I = 0,25 mA et mettre en route le chronomètre de temps de pose avec le bouton-poussoir Scan.
- Tourner le film pour rayons X de manière à ce que la zone 2 soit exposée.
- Augmenter le courant d'émission à I = 0,50 mA et mettre en route le chronomètre de temps de pose avec le bouton-poussoir Scan.
- Tourner et basculer le film pour rayons X pour que la zone 3 soit exposée avec I = 0,75 mA et la zone 4 avec I = 1,00 mA.
- Développer et fixer le film pour rayons X conformément aux instructions du mode d'emploi du filmpack 2 (2,5 ml de révélateur, durée de développement 1,5 min, 3,5 ml de fixateur, durée de fixation 4 min).

b) Noircissement en fonction du temps de pose Δt:

- Préparer un nouveau film pour rayons X et le fixer de manière à ce que la zone 1 soit exposée en premier.
- Sélectionner un temps de mesure Δt = 5 s et mettre en route le chronomètre de temps de pose avec le bouton-poussoir Scan.
- Exposer la zone 2 avec Δt = 10 s, la zone 3 avec Δt = 15 s et la zone 4 avec Δt = 20 s.
- Développer et fixer le film pour rayons X.

c) Exposition avec un produit constant du courant d'émission *I* par le temps de pose Δt:

- Préparer un nouveau film pour rayons X et le fixer de manière à ce que la zone 1 soit exposée en premier.
- Sélectionner un courant d'émission I = 0,25 mA et un temps de mesure Δt = 40 s puis mettre en route le chronomètre de temps de pose avec le bouton-poussoir Scan.
- Exposer la zone 2 avec I = 0,50 mA et Δt = 20 s, la zone 3 avec I = 0,72 mA et Δt = 14 s et la zone 4 avec I = 1,00 mA et Δt = 10 s.
- Développer et fixer le film pour rayons X.

Exemple de mesure

d = 290 mm, U = 20 kV

a) Variation du courant d'émission *I*:

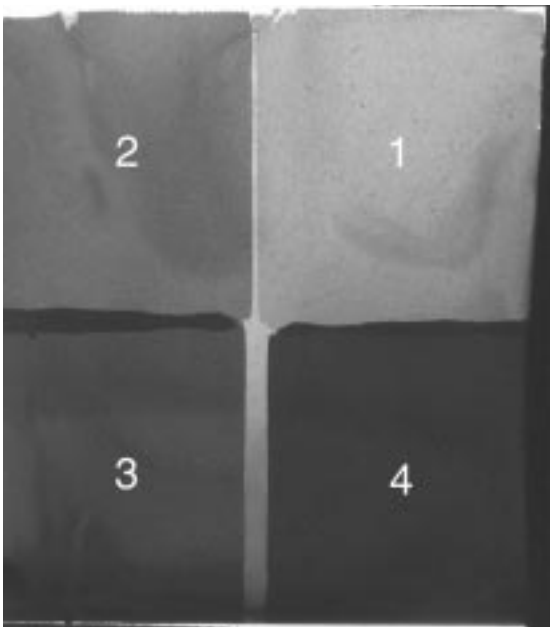


Fig. 3 Degrés de noircissement du film radiographique pour Δt = 20 s
Zone 1: I = 0,25 mA, zone 2: I = 0,50 mA, zone 3: I = 0,75 mA, zone 4: I = 1,00 mA

Tab. 1: Produit $I \cdot \Delta t$ pour les quatre zones noircies (voir fig. 3)

Zone	$\frac{I}{\text{mA}}$	$\frac{\Delta t}{\text{s}}$	$\frac{I \cdot \Delta t}{\text{mAs}}$
1	0,25	20	5
2	0,5	20	10
3	0,75	20	15
4	1,00	20	20

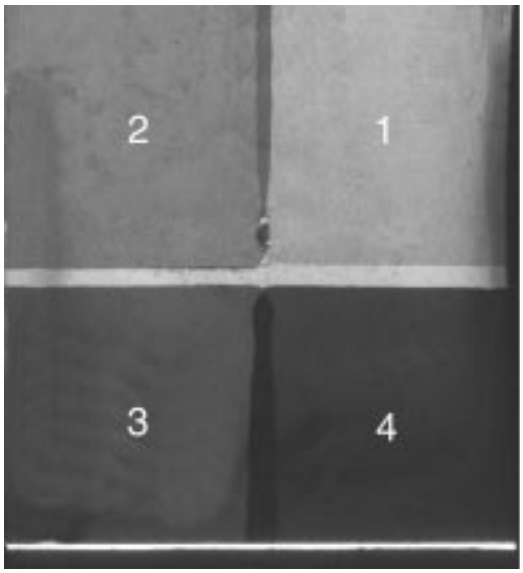


Fig. 4 Degrés de noircissement du film radiographique pour I = 1,00 mA
Zone 1: Δt = 5 s, zone 2: Δt = 10 s,
zone 3: Δt = 15 s, zone 4: Δt = 20 s

b) Variation du temps de pose Δt:

Tab. 2: Produit $I \cdot \Delta t$ pour les quatre zones noircies (voir fig. 4)

Zone	$\frac{I}{\text{mA}}$	$\frac{\Delta t}{\text{s}}$	$\frac{I \cdot \Delta t}{\text{mAs}}$
1	1,00	5	5
2	1,00	10	10
3	1,00	15	15
4	1,00	20	20

Fig. 5 Degrés de noircissement du film radiographique pour un produit $I \cdot \Delta t$ constant
Zone 1: I = 0,25 mA, Δt = 5 s,
Zone 2: I = 0,50 mA, Δt = 10 s,
Zone 3: I = 0,72 mA, Δt = 14 s,
Zone 4: I = 1,00 mA, Δt = 20 s

c) Exposition pour un produit $I \cdot \Delta t$ constant:

Tab. 3: Produit $I \cdot \Delta t$ pour les quatre zones noircies (voir fig. 5)

Zone	$\frac{I}{\text{mA}}$	$\frac{\Delta t}{\text{s}}$	$\frac{I \cdot \Delta t}{\text{mAs}}$
1	0,25	40	10
2	0,50	20	10
3	0,72	14	10,1
4	1,00	10	10

Exploitation

Le noircissement du film pour rayons X dépend du produit du courant d'émission I par le temps de pose Δt et augmente au fur et à mesure que la valeur du produit augmente.

Comme le courant d'émission I est proportionnel au taux de dose ionique j du rayonnement X (voir expérience P6.3.1.4), le produit $I \cdot \Delta t$ est proportionnel à la dose ionique

$$J = j \cdot \Delta t \qquad \text{(I)}.$$

Résultat

Le noircissement d'un film pour rayons X augmente au fur et à mesure que la dose ionique J du rayonnement X incident augmente.

Information supplémentaire

Comme le noircissement du film pour rayons X caractérise l'intégrale temporelle par le taux de dose ionique, les films pour rayons X sont souvent utilisés dans la pratique pour mesurer la dose ionique. Le degré de noircissement est alors saisi quantitativement par des mesures photométriques.

Les personnes qui travaillent dans un environnement exposé aux rayons portent des plaquettes avec un film pour rayons X emballé; il s'agit de films dosimètres servant à la surveillance de la dose absorbée. Les films dosimètres permettent par ex. aussi de mesurer la dose ionique du rayonnement γ.

LEYBOLD DIDACTIC GMBH · Leyboldstrasse 1 · D-50354 Hürth · Phone (02233) 604-0 · Telefax (02233) 604-222 · Telex 17 223 332 LHPCGN D
© by Leybold Didactic GmbH
Printed in the Federal Republic of Germany
Technical alterations reserved